



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office eur péen
des brevets



RECEIVED

APR 26 2002

Technology Center 2100

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

00830868.6

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE, 14/02/02
LA HAYE, LE

THIS PAGE BLANK (USPTO)



**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

**Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:
Application no.:
Demande n°: **00830868.6**

Anmeldetag:
Date of filing:
Date de dépôt: **29/12/00**

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
**UNIVERSITA DEGLI STUDI DI BOLOGNA
40126 Bologna
ITALY**

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:
Method for simulating mobility in an urban area

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

G08G1/01

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

See for original title of the application page 1 of the description

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 1 -

Metodo di simulazione della mobilità in un'area urbana

*** **** ***

La presente invenzione è relativa ad un metodo di simulazione della mobilità in un'area urbana.

Come è noto, i metodi di simulazione della mobilità urbana sono atti a fornire una predizione dell'evoluzione temporale del movimento di mezzi ed individui all'interno di una determinata area urbana.

I metodi di simulazione della mobilità urbana attualmente conosciuti assegnano ad ogni individuo e/o mezzo, una destinazione precisa, unica e deterministica, ovvero determinano gli spostamenti degli individui e dei mezzi, utilizzando una formulazione deterministica del tipo origine-destinazione.

In particolare nei metodi di simulazione della mobilità urbana sopracitati vengono assegnati uno specifico percorso ed una determinata velocità di spostamento a ciascun individuo ed a ciascun mezzo di trasporto, ovvero vengono stabiliti a priori gli spostamenti degli individui e dei mezzi all'interno dell'area urbana.

I metodi di simulazione della mobilità urbana sopracitati presentano l'inconveniente di escludere una qualsiasi situazione di natura aleatoria che si origina

- 2 -

nello spostamento dell'individuo nell'area urbana.

Scopo della presente invenzione è quindi quello di fornire un metodo di simulazione della mobilità in un'area urbana, esente dagli inconvenienti sopra descritti.

Secondo la presente invenzione viene fornito un metodo di simulazione della mobilità in un'area urbana, come descritto nella rivendicazione 1.

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo, in cui: —

la figura 1 illustra un diagramma a blocchi relativo ad un metodo di simulazione della mobilità in un'area urbana operante secondo i dettami della presente invenzione;

la figura 2 illustra un diagramma a blocchi relativo ad alcune operazione svolte nel metodo di simulazione della mobilità in un'area urbana operante secondo i dettami della presente invenzione;

la figura 3 illustra un diagramma a blocchi relativo ad alcune operazione svolte nel metodo di simulazione della mobilità in un'area urbana operante secondo i dettami della presente invenzione;

la figura 4 illustra un diagramma a blocchi relativo ad alcune operazione svolte nel metodo di simulazione della mobilità in un'area urbana operante

- 3 -

secondo i dettami della presente invenzione; e

la figura 5 illustra un diagramma a blocchi relativo ad alcune operazioni svolte nel metodo di simulazione della mobilità in un'area urbana operante secondo i dettami della presente invenzione.

Con riferimento alla figura 1, viene riportato un diagramma di flusso relativo ad un metodo di simulazione della mobilità in un'area urbana atto ad effettuare una predizione della mobilità di più individui all'interno di una zona urbana determinata.

In particolare, ~~il metodo di simulazione è atto a~~ predire l'evoluzione di un "sistema" comprendente una pluralità di "oggetti" interagenti tra loro secondo una formulazione stocastica discreta, nella quale si tiene conto della mobilità di ciascun oggetto individuo, delle variazioni di spostamento (variazioni di flusso) di una pluralità di oggetti individuo all'interno dell'area urbana determinata, dei vincoli imposti dai ritmi biologici degli oggetti individuo e dalla struttura cronotopica e morfologica dell'area urbana.

Più in particolare, nel metodo di simulazione vengono assegnate ad un prefissato numero di oggetti individuo una o più zone di destinazione presenti all'interno dell'area urbana.

In altre parole ad alcuni individui vengono assegnate delle "propensioni" di spostamento verso una o

- 4 -

più zone di destinazione di seguito indicate con il termine "cronotopi", ovvero verso una pluralità di aree geograficamente delimitate, ciascuna delle quali è all'interno dell'area urbana ed è caratterizzata da una propria specifica dinamica temporale.

Nel metodo di simulazione della mobilità urbana, gli "oggetti" compresi nel "sistema" sono atti a definire gli individui, i cronotopi, i nodi, le tratte ed i mezzi di trasporto presenti all'interno dell'area urbana.

~~-----~~ Gli oggetti cronotopi comprendono a loro volta gli oggetti luogo, mentre gli oggetti nodo comprendono gli oggetti fermata.

Ciascun oggetto individuo è definito dai seguenti

~~parametri:~~

Un codice individuo atto ad indicare in modo univoco ciascun oggetto individuo distinguendolo in tal modo dagli altri oggetti individuo e comprendente informazioni quali ad esempio il sesso, l'età, la

~~condizione sociale, ecc.~~

Un numero finito di parametri "carica" indicanti ciascuno la propensione dell'oggetto individuo a spostarsi verso uno o più oggetti cronotopo. Ad esempio, un oggetto individuo di tipo studente può comprendere una "carica" indicante la propensione dello studente a spostarsi o meno verso un oggetto cronotopo di tipo

- 5 -

università.

In particolare, ciascuno dei parametri "carica" contiene un indicazione sulla presenza o assenza della propensione (del tipo on/off equivalente a presente/assente) di un oggetto individuo a spostarsi verso un determinato oggetto cronotopo.

Ciascun oggetto individuo comprende inoltre un vettore atto a memorizzare un prefissato numero NUM di spostamenti effettuati dall'oggetto individuo, ed un indicatore di stato atto a contenere tre stati, ciascuno dei quali indica una specifica condizione di mobilità dell'oggetto individuo.

In particolare, l'oggetto individuo può presentare un primo stato indicante una condizione mobilità in cui si sposta come un pedone, un secondo stato indicante una condizione di mobilità in cui l'oggetto individuo è in uno stato di utente, ovvero si sta spostando tramite un oggetto mezzo di trasporto, ed un terzo stato indicante una condizione di mobilità in cui l'oggetto individuo è in uno stato di attesa, ovvero è presente in un oggetto fermata per attendere un oggetto mezzo di trasporto.

Ciascun oggetto individuo comprende inoltre un parametro contenente un valore indicante la probabilità di spostamento dell'oggetto individuo stesso verso una determinata direzione.

Ciascun oggetto individuo comprende inoltre un

- 6 -

parametro di "lentezza" indicante il rallentamento dell'oggetto individuo nello spostamento a piedi (stato di pedone) attraverso una pluralità di oggetti individuo, ed una distanza e soglia minime D_{MIN} , F_{MIN} indicanti assieme un valore di riferimento atto a permettere di decidere se l'oggetto individuo debba spostarsi all'interno dell'area in modo casuale o meno.

Gli oggetti cronotopo sono definiti da un'area delimitata (presente nell'area urbana) che si caratterizza dal resto dell'area urbana stessa, tramite la propria spazialità ed i propri ritmi temporali di attività.

Ciascun oggetto cronotopo è definito dai seguenti parametri.

Un nome atto ad identificare ciascun oggetto cronotopo sull'area urbana; ad esempio un ospedale, una università, un cinema, un teatro, un centro sportivo etc...

Un centro geometrico, un diametro, un numero indicante le estremità, un parametro indicante il numero di oggetti nodo contenuti nell'oggetto cronotopo, un parametro indicante quali e quanti oggetti luogo sono contenuti nell'oggetto cronotopo, un parametro indicante il numero di oggetti individuo propensi all'oggetto cronotopo.

L'oggetto cronotopo è definito inoltre dai seguenti

- 7 -

parametri.

Un parametro indicante il numero I di oggetti individuo presenti all'interno dell'oggetto cronotopo in ogni istante temporale, un parametro indicante un "campo di attrazione" ossia una forza d'attrazione F_{ATT} definita da una forza elastica quantizzata che si annulla all'interno dell'oggetto cronotopo in modo tale che ogni oggetto individuo, che giunga in corrispondenza dell'oggetto cronotopo, inizi un movimento casuale.

In particolare la forza d'attrazione F_{ATT} può essere definita dalla relazione $F_{ATT} = -KX$ dove K è una costante ed X è la distanza dell'oggetto individuo misurata rispetto al centro geometrico dell'oggetto cronotopo.

L'oggetto cronotopo comprende inoltre un numero di passi di quantizzazione del "campo di attrazione" ed un numero di passi temporali che indicano la dinamica temporale del cronotopo, ovvero, definiscono quando il cronotopo è "attivo" o "inattivo".

Ciascun oggetto cronotopo è infatti caratterizzato da precisi ritmi temporali durante i quali l'oggetto cronotopo stesso è "attivo" e quindi "attrae" gli oggetti individuo che gli sono propensi, o "inattivo" e quindi "non attrae" alcun oggetto individuo indipendentemente dalla propensione di quest'ultimo. Tali ritmi temporali saranno indicati in seguito con il termine "calendarizzazione".

- 8 -

Ad esempio, un oggetto cronotopo università può essere "attivo" (accessibile agli oggetti individuo) in un determinato intervallo temporale giornaliero (dalle ore 7 alle ore 20), mentre un oggetto cronotopo teatro può essere "attivo" (accessibile agli oggetti individuo) in un intervallo temporale serale (dalle ore 21 alle ore 24) ed "inattivo" nel tempo rimanente.

In questo caso, l'oggetto cronotopo teatro presenta una "calendarizzazione" diversa dall'oggetto cronotopo università, ovvero una dinamica temporale diversa.

Ciascun oggetto nodo presenta almeno una direzione di spostamento elementare verso almeno un nodo adiacente ed è definito dai seguenti parametri.

Un parametro indicante gli oggetti nodo adiacenti, un parametro indicante gli oggetti tratta che concorrono all'oggetto nodo ovvero, un parametro indicante le uscite che dal oggetto nodo portano all'esterno dell'area urbana d'interesse, un parametro indicante l'oggetto cronotopo di appartenenza dell'oggetto nodo, un parametro indicante il numero I di oggetti individuo presenti nel oggetto nodo, un parametro indicante l'attrito $A(I)$ dell'oggetto nodo ed un parametro indicante un attrito massimo A_M .

In particolare, l'attrito $A(I)$ dell'oggetto nodo viene determinato in funzione del numero I di oggetti individuo presenti nell'oggetto nodo stesso.

- 9 -

Ciascun oggetto nodo comprende inoltre i seguenti parametri.

Un numero finito di valori di intensità locale I_L indicante la forza d'attrazione F_{ATT} esercitata da ogni oggetto cronotopo sull'oggetto nodo, un numero finito di valori indicanti le distanze X_I da ciascun oggetto cronotopo presente nell'area urbana considerata ed un vettore che identifica la posizione geometrica dell'oggetto nodo sull'area urbana.

Ciascun oggetto nodo comprende infine un parametro indicante se l'oggetto nodo stesso presenta la funzione di fermata, ovvero coincide con l'oggetto fermata.

Ciascun oggetto tratta è atto a collegare ciascun nodo ad un rispettivo nodo adiacente ed è definito dai seguenti parametri.

Un parametro indicante le coordinate definenti il punto iniziale e finale dell'oggetto tratta, un parametro indicante il numero di uscite dell'oggetto tratta dall'area urbana d'interesse, un parametro indicante quanti e quali oggetti nodo sono presenti nell'oggetto tratta, un parametro indicante (tramite una variabile booleana) se l'oggetto tratta è percorso o meno da un oggetto mezzo di trasporto.

Ciascun oggetto mezzo di trasporto è definito dai seguenti parametri.

Un parametro indicante la posizione del oggetto

- 10 -

mezzo di trasporto, un parametro indicante la linea di trasporto a cui l'oggetto mezzo di trasporto appartiene, un parametro indicante il numero I ed i codici degli oggetti individui che occupano l'oggetto mezzo di trasporto, un parametro indicante la capienza massima T_{MAX} dell'oggetto mezzo di trasporto, un parametro indicante il percorso dell'oggetto mezzo di trasporto, ovvero le coordinate degli oggetti fermata raggiungibili sequenzialmente dall'oggetto mezzo di trasporto ed un vettore indicante gli oggetti fermata.

———— In particolare, il parametro indicante gli oggetti fermata comprende una pluralità di valori indicanti ciascuno un indice intero che individua in modo univoco l'oggetto fermata.

~~Ciascun oggetto mezzo di trasporto comprende~~ inoltre un numero indicante quanti oggetti fermata l'oggetto mezzo di trasporto incontra, un parametro indicante se il percorso è chiuso, ovvero se è circolare o se è andata e ritorno, un parametro indicante la velocità dell'oggetto mezzo di trasporto, un parametro indicante la "lentezza", ovvero analogamente agli oggetti individuo, il rallentamento dell'oggetto mezzo di trasporto nello spostamento.

Ciascun oggetto luogo è definito da una determinata area circoscritta compresa all'interno di un oggetto cronotopo.

- 11 -

Ad esempio l'oggetto cronotopo università comprende una pluralità di oggetti luogo, ovvero dipartimenti (facoltà di ingegneria, facoltà di chimica) presentanti una dinamica temporale regolata dall'oggetto cronotopo di appartenenza.

L'oggetto luogo è definito dai seguenti parametri.

Un parametro indicante l'oggetto cronotopo di appartenenza, un parametro indicante il capienza massima I_{MAX} dell'oggetto luogo, l'accessibilità all'oggetto luogo (una variabile booleana), un campo che assume un valore nullo esternamente all'oggetto cronotopo al quale l'oggetto luogo è associato, ed un valore costante all'interno dell'oggetto cronotopo.

L'oggetto luogo è definito inoltre da tutti i parametri definenti l'oggetto cronotopo.

Gli oggetti fermata sono definiti dai seguenti parametri.

Un codice indicante in modo univoco l'oggetto fermata, un parametro indicante l'oggetto nodo nel quale l'oggetto fermata è situato, un parametro indicante il numero e ed i codici identificanti gli oggetti mezzi di trasporto presenti in un determinato istante di tempo t nell'oggetto fermata, un parametro indicante il numero massimo di mezzi di trasporto contenibili dall'oggetto fermata, un parametro indicante il numero ed i codici identificanti gli oggetti mezzi di trasporto attesi.

- 12 -

L'oggetto fermata è definito inoltre da tutti i parametri definenti l'oggetto nodo.

Con riferimento alla figura 1, il metodo di simulazione della mobilità urbana perviene inizialmente al blocco 100, nel quale vengono inizializzati i parametri degli oggetti sopra descritti.

In dettaglio nel blocco 100 viene definito il "sistema" di area urbana, ovvero viene effettuata una "modellizzazione" dell'area urbana stessa tramite una pluralità degli oggetti sopra descritti.

Più in dettaglio, nel blocco 100 vengono inizializzati sia gli oggetti (tratta, cronotopo, nodo, mezzo di trasporto, fermata), che strutturano tale area urbana, sia gli oggetti individuo che interessano tale area urbana con i propri spostamenti.

In particolare, agli oggetti tratta viene associata una corrispondenza (1-1) con le strade urbane presenti nell'area in modo tale da fornire una rappresentazione spaziale statica dell'area urbana stessa.

Viceversa, gli oggetti nodo, cronotopo e mezzi di trasporto forniscono una rappresentazione temporale e dinamica dell'area urbana.

In dettaglio, ad ogni oggetto tratta vengono assegnati un numero prefissato di oggetti nodo, la cui distanza (l'uno dall'altro) viene definita da un numero N_p di passi temporali impiegati da un oggetto individuo

- 13 -

o da un oggetto mezzo di trasporto per raggiungere un determinato nodo partendo da un nodo adiacente.

Ciascun passo temporale è definito da una prefissata unità temporale DT_I ; ad esempio, due oggetti nodo adiacenti possono presentare una distanza tale da essere raggiunti da un oggetto individuo in un numero di passi temporali $N_p=8$, ovvero in un intervallo di tempo pari a $T=N_p*DT_I=8*DT_I$, e da un oggetto mezzo di trasporto in un numero di passi temporali $N_p=4$ ovvero in un intervallo di tempo pari a $T=4*DT_I$.

È opportuno precisare che il parametro "lentezza" (presente sia negli oggetti individuo, sia negli oggetti mezzo di trasporto) fornisce un valore indicante un numero di passi N_p da aggiungere in presenza di attrito $A(I)$ al normale numero di passi necessario per coprire la distanza presente tra due nodi.

In altre parole la "lentezza" è un parametro che indica il numero di passi temporali N_p durante i quali l'oggetto individuo o mezzo di trasporto rimane fermo in attesa della diminuzione dell'attrito $A(I)$.

Il blocco 100 è seguito dal blocco 110, nel quale viene inizializzata l'unità temporale DT_I . In questo modo, vengono definite le distanze tra gli oggetti nodo in termini di passi temporali N_p .

Nel blocco 110 vengono inoltre inizializzati un tempo iniziale T_s ed un tempo finale T_f che definiscono

- 14 -

un finestra temporale ($T_E - T_S$) all'interno della quale viene simulata la mobilità urbana.

Nel blocco 110 viene, inoltre, inizializzato il numero di passi temporali $N_P = 0$, ed un tempo di evento che inizialmente assume il valore $T_R(N_P, DT_I) = T_S$.

Il tempo di evento T_R viene aggiornato dal numero di passi temporali N_P secondo la relazione $T_R = (N_P * DT_I) + T_S$ ed è atto ad indicare l'istante temporale T in cui avviene la simulazione della mobilità.

Il blocco 110 è seguito dal blocco 120, nel quale gli oggetti individuo vengono distribuiti, tramite una funzione statistica nota, sull'area urbana ovvero sugli oggetti nodi, sugli oggetti cronotopi, sugli oggetti luogo e sugli oggetti mezzi di trasporto.

In particolare nel blocco 120, gli oggetti individuo vengono distribuiti negli oggetti sopra descritti tenendo conto sia della propensione di ciascun oggetto individuo a spostarsi verso un oggetto cronotopo, sia dallo stato di attività/inattività di quest'ultimo nell'istante temporale $T = T_S$.

Nel blocco 120 viene dunque assegnata ad ogni individuo una posizione ed una condizione di mobilità indicante lo stato di spostamento dell'oggetto individuo.

In particolare, la condizione di mobilità può indicare uno stato di pedone, nel quale l'oggetto

- 15 -

individuo è in una condizione di spostamento a piedi, uno stato di utente nel quale l'oggetto individuo è in una condizione di spostamento con un oggetto mezzo di trasporto, ed uno stato di attesa nel quale l'oggetto individuo è presente in un oggetto fermata per attendere l'arrivo di un oggetto mezzo di trasporto.

Il blocco 120 è seguito dal blocco 130, nel quale viene incrementato il numero di passi temporali $N_P = N_P + 1$, e quindi ovviamente anche il tempo di evento $T_R = T_S + (DT_I * N_P)$.

Il blocco 130 è seguito dai blocchi 140, 150, 160, 170, 180 (che saranno descritti in dettaglio in seguito), nei quali vengono aggiornati gli oggetti cronotopo, individuo, nodo, mezzo di trasporto e fermata.

Ciascuno dei blocchi 140, 150, 160, 170, 180 è seguito dal blocco 190, nel quale viene verificata la relazione $T_R < T_E$.

In caso positivo ovvero se $T_R < T_E$, il blocco 190 è seguito dal blocco 200, nel quale viene incrementato il numero di passi temporali $N_P = N_P + 1$, e quindi ovviamente anche il tempo di evento $T_R = (N_P * DT_I) + T_S$, mentre se $T_R = T_E$, il blocco 190 è seguito dal blocco 210, nel quale viene terminato il metodo di simulazione.

Il blocco 200 è seguito dai blocchi 140, 150, 160, 170, 180 all'interno dei quali viene effettuato un nuovo

- 16 -

ciclo di aggiornamento degli oggetti nel nuovo istante temporale $T=T_R$.

In dettaglio nel blocco 140 viene aggiornato ad ogni passo temporale N_P (e quindi istante temporale $T=T_R$), ciascun oggetto cronotopo presente nell'area urbana.

Più in dettaglio, nel blocco 140 viene aggiornato, nell'istante temporale $T=T_R$, il parametro contenente il numero I di oggetti individuo presenti nell'oggetto cronotopo.

Nel blocco 140 vengono inoltre aggiornati gli oggetti luogo che fanno parte di ciascun oggetto cronotopo.

In dettaglio, per ciascun oggetto luogo viene aggiornato il parametro indicante l'accessibilità all'oggetto luogo stesso.

In particolare tale accessibilità viene determinata in funzione della capienza massima I_{MAX} dell'oggetto luogo e del numero I di oggetti individuo presenti all'interno dell'oggetto luogo.

Più in dettaglio, se $I < I_{MAX}$ l'oggetto luogo è accessibile, mentre in caso contrario è inaccessibile.

Nel blocco 140 viene infine aggiornato lo stato di attività/inattività (calendarizzazione) dell'oggetto cronotopo in funzione del tempo di evento T_R , ovvero, viene valutato se l'oggetto cronotopo nell'istante

- 17 -

temporale $T=T_R$ è attivo o inattivo.

Nel blocco 160 viene aggiornato, ad ogni passo temporale N_p e quindi ad ogni incremento del tempo di evento T_R , ciascun oggetto nodo.

In particolare, nel blocco 160 viene aggiornato sia il parametro contenente il numero di oggetti individuo I presenti nell'oggetto nodo nell'istante temporale $T=T_R$, sia il parametro indicante l'attrito $A(I)$ presente tra gli oggetti individuo in movimento nell'oggetto nodo stesso.

In dettaglio, l'aggiornamento dell'attrito $A(I)$ nell'oggetto nodo viene effettuato secondo la seguente relazione $A(I)=I/R$ di tipo noto, nella quale R è una costante nota prefissata.

Più in dettaglio, se l'attrito $A(I)$ presente nell'oggetto nodo è inferiore ad una prefissata soglia di attrito A_{RIF} ($A(I) < A_{RIF}$), l'oggetto nodo si considera privo di attrito e quindi lo spostamento dell'oggetto individuo non subisce rallentamenti.

In questo caso la distanza tra due oggetti nodo adiacenti viene coperta dall'oggetto individuo nel numero di passi N_p temporali prefissato inizialmente (blocco 100).

Se l'attrito $A(I)$ presente nell'oggetto nodo è superiore o uguale alla soglia di attrito A_{RIF} , lo spostamento dell'oggetto individuo presente nell'oggetto

- 18 -

nodo in un determinato istante temporale $T=T_R$ viene ritardato in funzione del parametro "lentezza" che fornisce un valore di incremento al numero di passi N_P necessari per coprire la distanza tra due nodi adiacenti.

Nel blocco 170 vengono aggiornati, ad ogni passo temporale N_P e quindi ad ogni incremento del tempo di evento T_R , tutti gli oggetti mezzo di trasporto.

In particolare, nel blocco 170 viene aggiornato sia il parametro contenente il numero di oggetti individuo I presenti nell'oggetto mezzo di trasporto nell'istante temporale $T=T_R$, sia il parametro che identifica l'oggetto fermata o nodo in cui è presente l'oggetto mezzo nell'istante temporale $T=T_R$.

Nel blocco 180 vengono aggiornati, ad ogni passo temporale N_P e quindi ad ogni incremento del tempo di evento T_R , tutti gli oggetti fermata.

In particolare, nel blocco 180 viene aggiornato sia il parametro contenente il numero di individui I presenti nell'oggetto fermata nell'istante temporale $T=T_R$, sia il parametro indicante il numero ed i codici identificanti i mezzi di trasporto in arrivo al passo temporale N_P+1 .

Con riferimento alla figura 2 viene illustrato un diagramma di flusso relativo all'aggiornamento (effettuato nel blocco 150 di figura 1) degli oggetti

- 19 -

individuo.

In dettaglio, l'aggiornamento degli oggetti individuo ha inizio con il blocco 300.

Il blocco 300 è seguito dal blocco 310, nel quale viene verificato se l'oggetto individuo ha delle zone di destinazione, ovvero se propende o meno verso un oggetto cronotopo.

Più in dettaglio, viene controllato il parametro contenente la "carica" indicante la propensione o meno (on/off) dell'oggetto individuo a spostarsi verso un determinato oggetto cronotopo.

Se l'oggetto individuo non ha alcuna zona di destinazione e quindi non ha propensione (off) verso alcun oggetto cronotopo, il blocco 310 è seguito dal blocco 320; nel quale viene assegnata all'oggetto individuo stesso una probabilità di spostamento uniforme nelle N direzioni di spostamento elementare (verso N nodi adiacenti), ovvero viene assegnata in modo equiprobabile (casuale) una delle direzioni di spostamento elementari che collegano l'oggetto nodo (nel quale è disposto l'oggetto individuo) con gli oggetti nodi adiacenti.

Se invece l'oggetto individuo propende (on) per uno o più oggetti cronotopo, ed in base al loro stato di attività/inattività (calendarizzazione) sta propendendo verso uno di questi, il blocco 310 è seguito dal blocco

- 20 -

330, nel quale viene sovrapposta all'equiprobabilità di spostamento nelle N direzioni, una probabilità preferenziale per le direzioni favorevoli all'avvicinamento dell'oggetto individuo stesso all'oggetto cronotopo di destinazione.

In questo modo l'equiprobabilità di spostamento nelle N direzioni viene influenzata dal valore della forza di attrazione $F_{ATT} = -KX$ dell'oggetto cronotopo sull'oggetto individuo presente nell'oggetto nodo.

In altre parole, viene aumentata la componente probabilistica relativa alle direzioni favorevoli all'avvicinamento dell'oggetto individuo all'oggetto cronotopo di propensione.

La nuova direzione di spostamento dell'oggetto individuo viene determinata in funzione sia della distanza della posizione dell'oggetto individuo rispetto all'oggetto cronotopo di destinazione ad esso associato, sia dall'equiprobabilità di spostamento nelle N direzioni elementari.

Nel blocco 320 e 330 viene quindi stabilito un probabile spostamento per l'aggiornamento della posizione dell'oggetto individuo.

I blocchi 320 e 330 sono seguiti dal blocco 340 nel quale viene verificata la condizione di mobilità ovvero lo stato dell'oggetto individuo.

Il blocco 340 è seguito dai blocchi 350, 360, 370

- 21 -

nei quali viene aggiornato lo stato dell'oggetto individuo nell'istante di tempo $T=T_R$.

In particolare, nel caso in cui venga verificato lo stato di utente, il blocco 340 è seguito dal blocco 350 nel quale viene effettuato l'aggiornamento dello stato di utente.

Nel caso in cui venga verificato lo stato di pedone, il blocco 340 è seguito dal blocco 360 nel quale viene effettuato l'aggiornamento dello stato di pedone.

Infine, se nel blocco 340 viene verificato lo stato di attesa, il blocco 340 stesso è seguito dal blocco 370 nel quale viene effettuato l'aggiornamento dello stato di attesa.

I blocchi 350, 360, 370 sono seguiti dal blocco 380, nel quale viene terminato l'aggiornamento dell'oggetto individuo.

Con riferimento alla figura 3, viene illustrato un diagramma di flusso relativo all'aggiornamento dello stato di utente (rappresentato nel blocco 350 presente in figura 2) di un oggetto individuo.

L'aggiornamento di un oggetto individuo presentante lo stato di utente ha inizio con il blocco 400, nel quale viene verificato se l'oggetto mezzo di trasporto contenente l'oggetto individuo è presente in un oggetto fermata.

In caso positivo, ovvero in caso di presenza

- 22 -

dell'oggetto mezzo di trasporto nell'oggetto fermata, il blocco 400 è seguito dal blocco 410, nel quale viene effettuata una valutazione della "propensione" dell'oggetto individuo a spostarsi verso un oggetto cronotopo, mentre in caso negativo, il blocco 400 è seguito dal blocco 420, nel quale l'oggetto individuo si mantiene nello stato di utente.

Se l'oggetto individuo non ha alcuna propensione per un oggetto cronotopo, il blocco 410 è seguito dal blocco 440, nel quale viene effettuata in modo casuale, ovvero in modo equiprobabile una transizione dallo stato di utente ad uno dei tre stati.

Se nel blocco 440 viene assegnato lo stato di utente, il blocco 440 è seguito al blocco 450, nel quale viene assegnata all'oggetto individuo la direzione di spostamento dell'oggetto mezzo di trasporto.

Se viene assegnato lo stato di attesa, il blocco 440 è seguito al blocco 460 nel quale l'oggetto individuo rimane nell'oggetto fermata in attesa dell'arrivo di un oggetto mezzo di trasporto.

Se nel blocco 440 viene assegnato lo stato di pedone, il blocco 440 stesso è seguito al blocco 470, nel quale l'oggetto individuo viene spostato secondo la direzione di spostamento elementare determinata in modo casuale nel blocco 310 illustrato nella figura 2.

Se l'oggetto individuo ha propensione per un

- 23 -

oggetto cronotopo, il blocco 410 è seguito dal blocco 480, nel quale viene confrontata l'intensità locale della forza di attrazione F_{ATT} dell'oggetto cronotopo sull'oggetto fermata, e la soglia minima prefissata F_{MIN} .

Da quanto sopra descritto è opportuno precisare che la forza di attrazione F_{ATT} viene determinata ($F_{ATT} = -K \cdot D1$) in funzione della distanza $D1$ dell'oggetto fermata dall'oggetto cronotopo di destinazione.

Se la forza di attrazione F_{ATT} è inferiore alla soglia minima prefissata $F_{ATT} < F_{MIN}$, il blocco 480 è seguito dal blocco 440, nel quale, come sopra descritto, il nuovo stato dell'oggetto individuo viene assegnato in modo equiprobabile.

Se la forza di attrazione è maggiore della soglia minima prefissata $F_{ATT} > F_{MIN}$, il blocco 480 è seguito dal blocco 490, nel quale viene rilevata, oltre alla prima distanza $D1$ dell'oggetto fermata (nella quale si trova l'oggetto mezzo di trasporto) dall'oggetto cronotopo di destinazione, una seconda distanza $D2$ presente tra quest'ultimo e l'oggetto fermata (interessata dal mezzo di trasporto all'istante temporale successivo).

Nel blocco 490 viene effettuato il rapporto tra la prima e la seconda distanza $D1/D2$.

Se il risultato di tale rapporto è inferiore ad una prefissata soglia $S2$ ($D1/D2 < S2$), il blocco 490 è seguito dal blocco 420, nel quale all'oggetto individuo viene

- 24 -

assegnato nuovamente lo stato di utente.

Se il risultato di tale rapporto è superiore alla prefissata soglia S_2 ($D_1/D_2 > S_2$), il blocco 490 è seguito dal blocco 500, nel quale viene calcolato un primo intervallo temporale T_1 , che è dato dal prodotto tra l'unità di tempo DT_I ed il numero di passi temporali N_{P1} necessari a raggiungere a piedi l'oggetto cronotopo partendo dall'oggetto nodo ($T_1 = DT_I * N_{P1}$).

In altre parole, il primo intervallo temporale T_1 è pari al tempo necessario all'oggetto individuo per raggiungere a piedi l'oggetto cronotopo al quale è propenso.

Nel blocco 500 viene inoltre calcolato un secondo intervallo temporale T_2 , il quale è dato dal prodotto tra l'unità di tempo DT_I ed il numero di passi temporali N_{P2} necessari al mezzo di trasporto (che si sta spostando nella direzione dell'oggetto cronotopo di propensione dell'oggetto individuo) per raggiungere l'oggetto fermata ($T_2 = DT_I * N_{P2}$).

In altre parole, il secondo intervallo temporale T_2 è pari al tempo impiegato dall'oggetto individuo per attendere l'arrivo nell'oggetto fermata di un oggetto mezzo di trasporto che si sta spostando nella direzione dell'oggetto cronotopo al quale propende l'oggetto individuo stesso.

Da quanto sopra descritto è opportuno precisare che

- 25 -

il primo ed il secondo intervallo temporale T_1 , T_2 dipendono inoltre dal parametro "lentezza" presente sia nell'oggetto individuo (spostamento a piedi) sia nell'oggetto mezzo di trasporto.

Nel blocco 500 viene infine confrontato il valore del rapporto T_1/T_2 tra il primo ed il secondo intervallo T_1 , T_2 temporale ed una soglia prefissata S_3 .

Se tale rapporto è superiore alla soglia prefissata $(T_1/T_2) > S_3$, il blocco 500 è seguito dal blocco 510, nel quale viene effettuata una transizione dallo stato di ~~utente~~ allo stato di attesa, mentre nel caso contrario, il blocco 500 è seguito dal blocco 520, nel quale viene effettuata una transizione dallo stato di utente allo stato di pedone e viene assegnata all'oggetto individuo la direzione di spostamento stabilita nel blocco 320 di figura 2.

Da quanto sopra descritto è opportuno precisare che nello stato di attesa l'oggetto individuo attende un oggetto mezzo di trasporto presentante una direzione di spostamento non necessariamente corrispondente alla direzione dell'oggetto cronotopo di propensione, ma tale da giungere in un oggetto fermata presentante una distanza D_1 dall'oggetto cronotopo inferiore rispetto alla distanza presentata da uno qualsiasi degli oggetti fermata compresi nel percorso effettuato dall'oggetto mezzo di trasporto sul quale l'oggetto individuo

- 26 -

presentava in precedenza lo stato di utente.

Con riferimento alla figura 4 viene illustrato un diagramma di flusso relativo all'aggiornamento dello stato di attesa (rappresentato nel blocco 370 presente in figura 2) di un oggetto individuo.

In questo aggiornamento l'oggetto individuo è ovviamente presente in un oggetto fermata.

L'aggiornamento dello stato di attesa di un oggetto individuo ha inizio con il blocco 600, nel quale viene verificato se l'oggetto individuo ha propensione o meno per un oggetto cronotopo.

In caso negativo, ovvero se l'oggetto individuo non ha propensione per alcun oggetto cronotopo, il blocco 600 è seguito dal blocco 630.

In caso positivo, ovvero se l'oggetto individuo presenta una propensione per un oggetto cronotopo, il blocco 600 è seguito dal blocco 610, nel quale viene calcolato un primo intervallo temporale T_1 , che è dato dal prodotto tra l'unità di tempo DT_I ed il numero di passi temporali N_{P1} necessari a raggiungere a piedi l'oggetto cronotopo partendo dall'oggetto fermata ($T_1 = DT_I * N_{P1}$).

In altre parole, il primo intervallo temporale T_1 è pari al tempo necessario all'oggetto individuo per raggiungere a piedi l'oggetto cronotopo partendo dall'oggetto fermata.

- 27 -

Nel blocco 610 viene inoltre calcolato un secondo intervallo temporale T_2 , il quale è dato dal prodotto tra l'unità di tempo DT_I ed il numero di passi temporali N_{P2} necessari al mezzo di trasporto (che si sta spostando nella direzione dell'oggetto cronotopo di propensione dell'oggetto individuo) per raggiungere l'oggetto fermata ($T_2 = DT_I * N_{P2}$).

In altre parole, il secondo intervallo temporale T_2 è pari al tempo impiegato dall'oggetto individuo per attendere l'arrivo nell'oggetto fermata di un oggetto mezzo di trasporto che si sta spostando nella direzione dell'oggetto cronotopo al quale propende l'oggetto individuo stesso.

Nel blocco 610 viene infine confrontato il valore del rapporto T_1/T_2 tra il primo ed il secondo intervallo T_1 , T_2 temporale ed una soglia prefissata S_3 .

Se tale rapporto è inferiore alla soglia prefissata $(T_1/T_2) < S_3$, il blocco 610 è seguito dal blocco 620, nel quale viene effettuata la transizione dell'oggetto individuo dallo stato di attesa allo stato di pedone e viene spostato l'oggetto individuo secondo la direzione predeterminata nel blocco 320 (illustrato nella figura 2), mentre nel caso contrario, ovvero se il rapporto è superiore alla soglia prefissata $(T_1/T_2) > S_3$, il blocco 610 è seguito dal blocco 630.

Nel blocco 630 viene verificato se l'oggetto mezzo

- 28 -

di trasporto è presente nell'oggetto fermata.

In caso negativo, ovvero se l'oggetto mezzo di trasporto non è arrivato nell'oggetto fermata, il blocco 630 è seguito dal blocco 650, nel quale viene verificato se l'oggetto individuo presenta una propensione per un oggetto cronotopo.

Se l'oggetto individuo ha propensione per un oggetto cronotopo, il blocco 650 è seguito dal blocco 660, nel quale l'oggetto individuo mantiene lo stato di attesa.

Se l'oggetto individuo non presenta alcuna propensione, il blocco 650 è seguito dal blocco 670, nel quale viene verificato se il tempo di attesa T_A che indica il tempo di permanenza dell'oggetto individuo nell'oggetto fermata supera un tempo massimo tollerabile T_{TOL} .

Se $T_A > T_{TOL}$ il blocco 670 è seguito dal blocco 680 nel quale viene effettuata la transizione dallo stato di attesa allo stato di pedone, mentre se $T_A < T_{TOL}$ il blocco 670 è seguito dal blocco 690, nel quale viene mantenuto lo stato di attesa.

Se l'oggetto mezzo di trasporto è presente nell'oggetto fermata, il blocco 630 è seguito dal blocco 640, nel quale viene verificato se il numero I di oggetti individuo presenti nell'oggetto mezzo di trasporto è uguale alla capienza massima T_{MAX}

- 29 -

dell'oggetto mezzo di trasporto (verifica della capienza).

Se $I = T_{MAX}$ il blocco 640 è seguito dal blocco 650 sopra descritto, mentre se $I < T_{MAX}$, il blocco 640 è seguito dal blocco 700, nel quale viene effettuata la transizione dallo stato di attesa allo stato di utente.

Con riferimento alla figura 5 viene illustrato un diagramma di flusso relativo all'aggiornamento dello stato di pedone (rappresentato nel blocco 360 illustrato nella figura 2) di un oggetto individuo.

L'aggiornamento dello stato di pedone di un oggetto individuo ha inizio con il blocco 800, nel quale viene verificato se l'oggetto pedone si trova in un oggetto fermata.

In caso negativo, ovvero se l'oggetto pedone non è presente in un oggetto fermata (e quindi è presente in un oggetto nodo), il blocco 800 è seguito dal blocco 810, nel quale l'oggetto individuo mantiene lo stato di pedone.

Il blocco 810 è seguito dal blocco 820, nel quale viene verificata la propensione dell'oggetto individuo.

Se l'oggetto individuo ha propensione per un oggetto cronotopo, il blocco 820 è seguito dal blocco 830, nel quale l'oggetto individuo viene spostato secondo la direzione stabilita nel blocco 320 (illustrato nella figura 2), mentre nel caso contrario

- 30 -

il blocco 820 è seguito dal blocco 840, nel quale l'oggetto individuo viene spostato secondo la direzione causale stabilita nel blocco 310 (illustrato nella figura 2).

Se l'oggetto pedone si trova in un oggetto fermata, il blocco 800 è seguito dal blocco 850, nel quale viene calcolato un primo intervallo temporale T_1 , che è dato dal prodotto tra l'unità di tempo DT_I ed il numero di passi temporali N_{P1} necessari a raggiungere a piedi l'oggetto cronotopo partendo dall'oggetto nodo

$(T_1 = DT_I * N_{P1})$.

Nel blocco 850 viene inoltre calcolato un secondo intervallo temporale T_2 , il quale è dato dal prodotto tra l'unità di tempo DT_I ed il numero di passi temporali N_{P2} necessari al mezzo di trasporto (che si sta spostando nella direzione dell'oggetto cronotopo di propensione dell'oggetto individuo) per raggiungere l'oggetto fermata $(T_2 = DT_I * N_{P2})$.

Nel blocco 850 viene infine confrontato il valore del rapporto T_1/T_2 tra il primo ed il secondo intervallo T_1 , T_2 temporale ed una soglia prefissata S_3 .

Se tale rapporto è superiore alla soglia prefissata S_3 $((T_1/T_2) > S_3)$, il blocco 850 è seguito dal blocco 860, nel quale viene verificato se l'oggetto mezzo di trasporto è presente nell'oggetto fermata, mentre in caso contrario il blocco 850 è seguito dal blocco 810

- 31 -

sopra descritto.

Se l'oggetto mezzo di trasporto non è arrivato nell'oggetto fermata, il blocco 860 è seguito dal blocco 870, nel quale viene verificato se l'individuo ha una propensione per un oggetto cronotopo.

Se l'oggetto individuo ha propensione, il blocco 870 è seguito dal blocco 880, nel quale viene effettuata la transizione dell'oggetto individuo dallo stato pedone allo stato di attesa.

Se l'oggetto individuo non ha propensione il blocco 870 è seguito dal blocco 890, nel quale viene determinato in modo equiprobabile una transizione dallo stato di pedone allo stato di attesa o rispettivamente pedone.

Se viene assegnato lo stato di attesa, il blocco 890 è seguito dal blocco 900 nel quale viene effettuata la transizione dell'oggetto individuo dallo stato di pedone allo stato di attesa.

Se nel blocco 890 viene assegnato lo stato di pedone, il blocco 890 stesso è seguito al blocco 910, nel quale l'oggetto individuo viene spostato secondo la direzione casuale stabilita nel blocco 310 (illustrato nella figura 2).

Se l'oggetto mezzo di trasporto è presente nell'oggetto fermata, il blocco 860 è seguito dal blocco 920, nel quale viene verificato se il numero I di

- 32 -

oggetti individuo presenti nell'oggetto mezzo di trasporto è uguale alla capienza massima T_{MAX} dell'oggetto mezzo di trasporto.

Se $I=T_{MAX}$ (capienza massima raggiunta) il blocco 920 è seguito dal blocco 870 sopra descritto, mentre se $I<T_{MAX}$, il blocco 920 è seguito dal blocco 930, nel quale viene effettuata la transizione dallo stato di pedone allo stato di utente.

Preferibilmente, ma non necessariamente, il metodo di simulazione della mobilità urbana effettua nel blocco 310 (nel quale viene stabilito lo spostamento di un oggetto individuo non propenso) il controllo degli ultimi N oggetti nodo precedentemente "visitati" e memorizzati.

Il "metodo" di simulazione della mobilità urbana determina in modo equiprobabile il nuovo spostamento tenendo conto che gli ultimi N oggetti nodo precedentemente "visitati" non possano essere visitati prima che siano trascorsi N passi temporali N_p .

Da quanto sopra descritto è opportuno precisare che, nel metodo di simulazione della mobilità urbana, se un oggetto individuo presenta una "lentezza" (calcolata in funzione dell'attrito $A(I)$ presente nell'oggetto nodo nel quale si trova l'oggetto individuo stesso) maggiore di una soglia prefissata, ad esempio pari a uno, lo spostamento dell'oggetto individuo si compie

- 33 -

solo dopo che sia trascorso un numero di passi temporali N_p pari alla "lentezza", a meno che nel frattempo l'attrito $A(I)$ presente nell'oggetto nodo non sia sceso al disotto della soglia prefissata (disaffollamento dell'oggetto nodo).

È infine opportuno precisare che se un oggetto individuo propenso giunge entro un oggetto cronotopo di propensione, e tale cronotopo comprende uno o più oggetti luogo, il parametro di campo a corto range di questi ultimi fa sì che un oggetto individuo rimanga fermo nell'oggetto luogo e quindi nell'oggetto cronotopo per un periodo di tempo pari al tempo di attività dell'oggetto cronotopo.

Il metodo di simulazione della mobilità urbana presenta il vantaggio di simulare in modo più realistico l'evoluzione della mobilità urbana rispetto ai metodi attualmente noti, in quanto tiene conto sia della volontà degli individui di dirigersi verso luoghi determinati, sia della natura aleatoria del moto compiuto attraverso l'area urbana da ciascun individuo.

Il metodo di simulazione della mobilità urbana permette infatti lo studio della criticità di uno o più parametri di controllo considerando l'area urbana come un complesso "sistema" che si auto organizza, ed è in grado di gestire le "tendenze" e le richieste di mobilità individuali.

- 34 -

Il metodo di simulazione della mobilità urbana risulta inoltre vantaggiosamente implementabile tramite un calcolatore elettronico, il quale permette di visualizzare graficamente gli oggetti sopra descritti e la loro evoluzione temporale permettendo così un controllo diretto della dinamica del "sistema".

In particolare, tale implementazione consente vantaggiosamente di predire le conseguenze di una determinata pianificazione urbana, ovvero di verificare le interazioni tra gli oggetti compresi nel "sistema", e modificare preventivamente qualsiasi parametro che caratterizza l'area urbana stessa in modo tale da annullare o ridurre qualsiasi possibile stato di criticità della mobilità urbana.

- 1 -

R I V E N D I C A Z I O N I

1.- Metodo (1) di simulazione della mobilità in un'area urbana caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti fasi:

- definire (100) la detta area urbana tramite una pluralità di nodi presentanti ciascuno almeno una direzione di spostamento elementare verso almeno un nodo adiacente ed una pluralità di zone di destinazione definite ciascuna da una porzione di detta area urbana;
- assegnare (120) ad una pluralità di individui una rispettiva posizione ed una rispettiva condizione di mobilità;
- assegnare (100) a ciascun individuo appartenente ad una prima parte di detti individui una o più zone di destinazione;
- assegnare (320) a ciascun individuo una prima direzione di spostamento corrispondente ad una direzione di spostamento elementare casuale;
- stabilire (330) per ciascun individuo appartenente alla prima parte di detti individui una seconda direzione di spostamento, la quale è determinata in funzione sia della distanza della propria posizione dalle varie zone di destinazione ad esso associate, sia della prima direzione di spostamento;
- aggiornare (150) la posizione di ciascun individuo

- 2 -

appartenente alla prima parte di individui in funzione sia della propria condizione di mobilità, sia della detta seconda direzione.

2.- Metodo secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di aggiornare (350) (360) (370) per ciascun individuo appartenente alla prima parte di individui la condizione di mobilità in funzione sia della distanza della propria posizione rispetto alle varie zone di destinazione ad esso associate, sia della propria condizione di mobilità.

3.- Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 o 2, caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di aggiornare (320) la posizione di ciascun individuo appartenente ad una seconda parte di individui in funzione sia della propria condizione di mobilità, sia della detta prima direzione.

4.- Metodo secondo la rivendicazione 3 caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di aggiornare (350) (360) (370) in modo casuale la condizione di mobilità di ciascun individuo appartenente alla seconda parte di individui.

5.- Metodo secondo la rivendicazione 4 caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di determinare (350) (360) (370) per ciascun individuo appartenente alla seconda parte di individui una nuova condizione di mobilità in funzione della precedente condizione di

- 3 -

mobilità.

6.- Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto di comprendere le fasi di:

- assegnare (100) a ciascuna delle dette zone di destinazione almeno una finestra temporale di inaccessibilità avente una durata prefissata;
- aggiornare (150) su detta finestra temporale la posizione di ciascun individuo appartenente alla prima parte di detti individui unicamente in funzione della detta prima direzione corrispondente ad una direzione elementare casuale.

7.- Metodo secondo la rivendicazione 6 caratterizzato dal fatto di comprendere la fasi di:

- aggiornare (100) su detta finestra temporale la condizione di mobilità di ciascun individuo appartenente alla prima parte di detti individui in modo casuale.

8.- Metodo secondo una qualsiasi della rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto di comprendere la fasi di:

- assegnare (100) a ciascuna delle dette zone di destinazione una distanza minima;
- aggiornare (150) la posizione di ciascun individuo della detta prima parte di individui spostando quest'ultimo nella direzione elementare

- 4 -

corrispondente alla detta prima direzione, quando la distanza della propria posizione rispetto alla rispettiva zona di destinazione soddisfa una relazione prefissata con la detta distanza minima.

9.- Metodo secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di:

- aggiornare (150) la posizione di ciascun individuo della detta prima parte di individui spostando quest'ultimo nella direzione elementare corrispondente alla detta prima direzione, quando la distanza della propria posizione rispetto alla rispettiva zona di destinazione è inferiore alla detta distanza minima.

10.- Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di definire (100) la detta area urbana tramite almeno un mezzo di trasporto atto a spostare i detti individui ad una prima velocità di movimento attraverso una prefissata sequenza di nodi.

11.- Metodo secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che la detta condizione di mobilità comprende una prima condizione in cui la posizione, la velocità e la direzione di spostamento del detto individuo è uguale rispettivamente alla posizione, alla velocità e alla direzione del detto mezzo di trasporto, una seconda condizione in cui la posizione del detto individuo

- 5 -

rimane immutata, ed una terza condizione in cui il detto individuo si sposta tra due nodi con una seconda velocità di movimento.

- 1 -

RIASSUNTO

Metodo (1) di simulazione della mobilità in un'area urbana comprendente le fasi di definire (100) l'area urbana tramite una pluralità di nodi ed una pluralità di zone di destinazione; assegnare (120) ad una pluralità di individui una rispettiva posizione ed una condizione di mobilità; assegnare (320) a ciascun individuo appartenente ad una prima parte di individui una prima direzione di spostamento casuale; stabilire (330) per ciascun individuo appartenente alla prima parte di individui una seconda direzione di spostamento, la quale è determinata in funzione sia dalla distanza della propria posizione dalle zone di destinazione ad esso associate, sia della prima direzione di spostamento; aggiornare (150) la posizione di ciascun individuo appartenente alla prima parte di individui in funzione sia della condizione di mobilità, sia della seconda direzione.

Figura 1

1 / 5

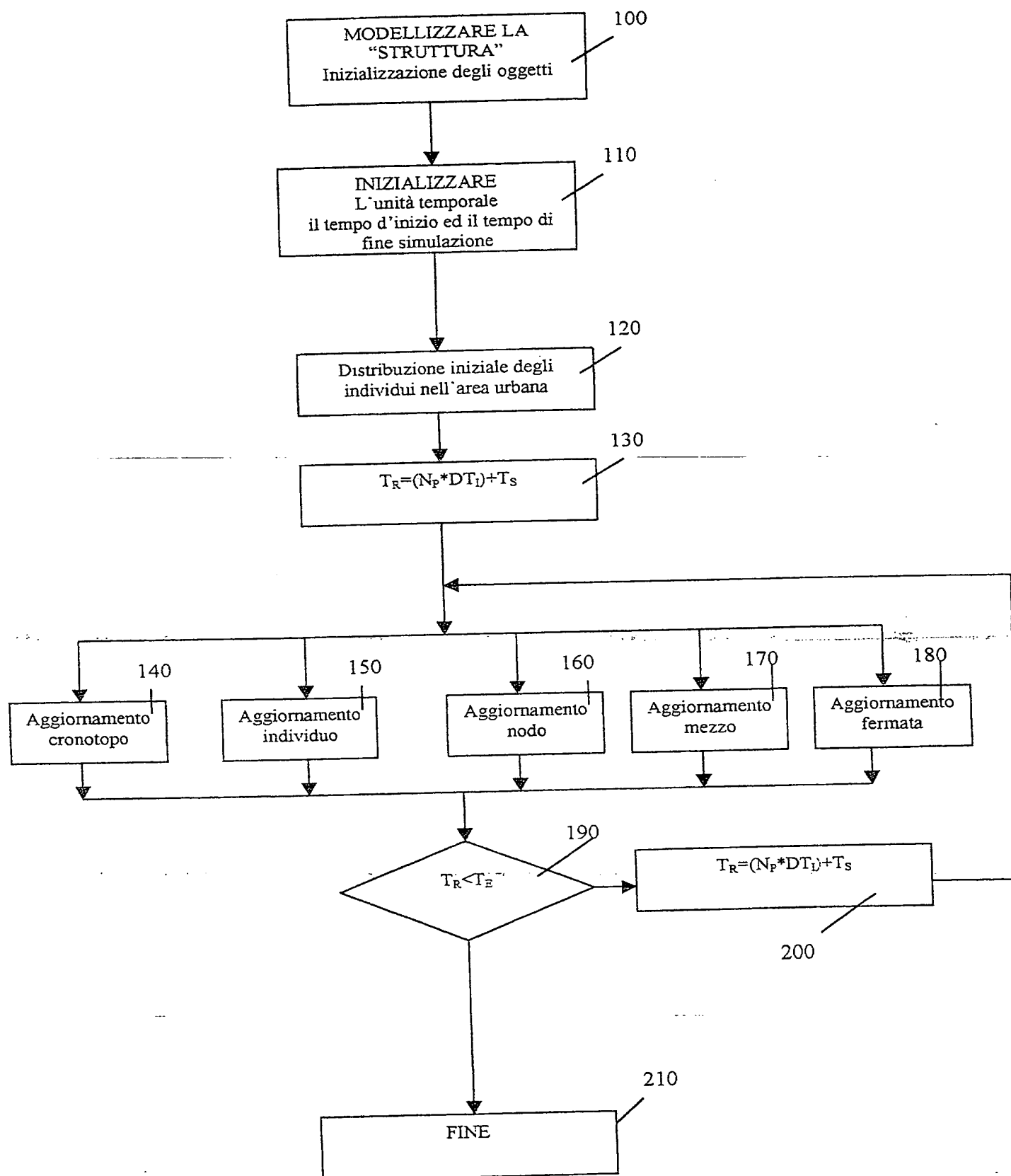


Fig. 1

2 / 5

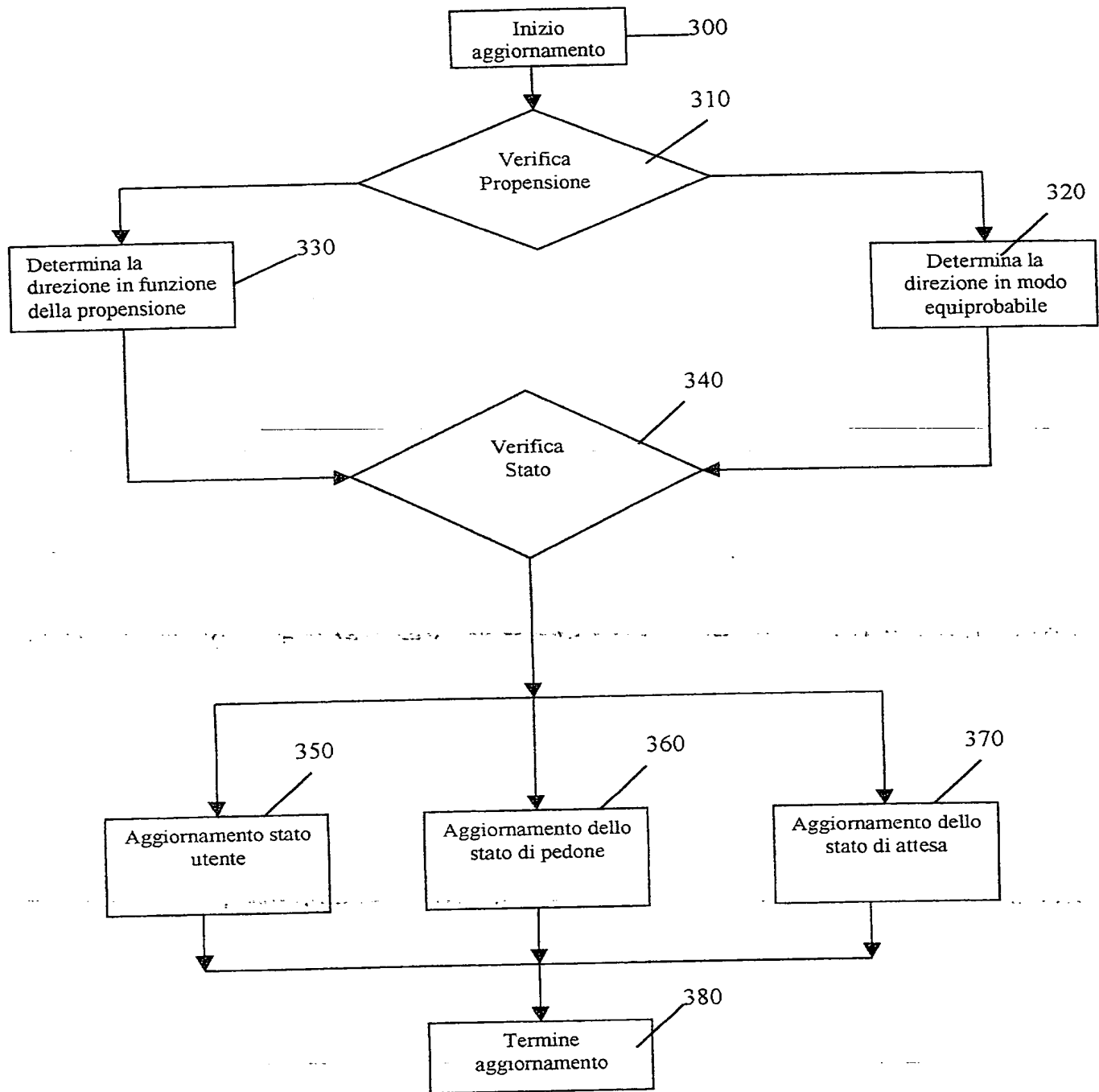


Fig. 2

3 / 5

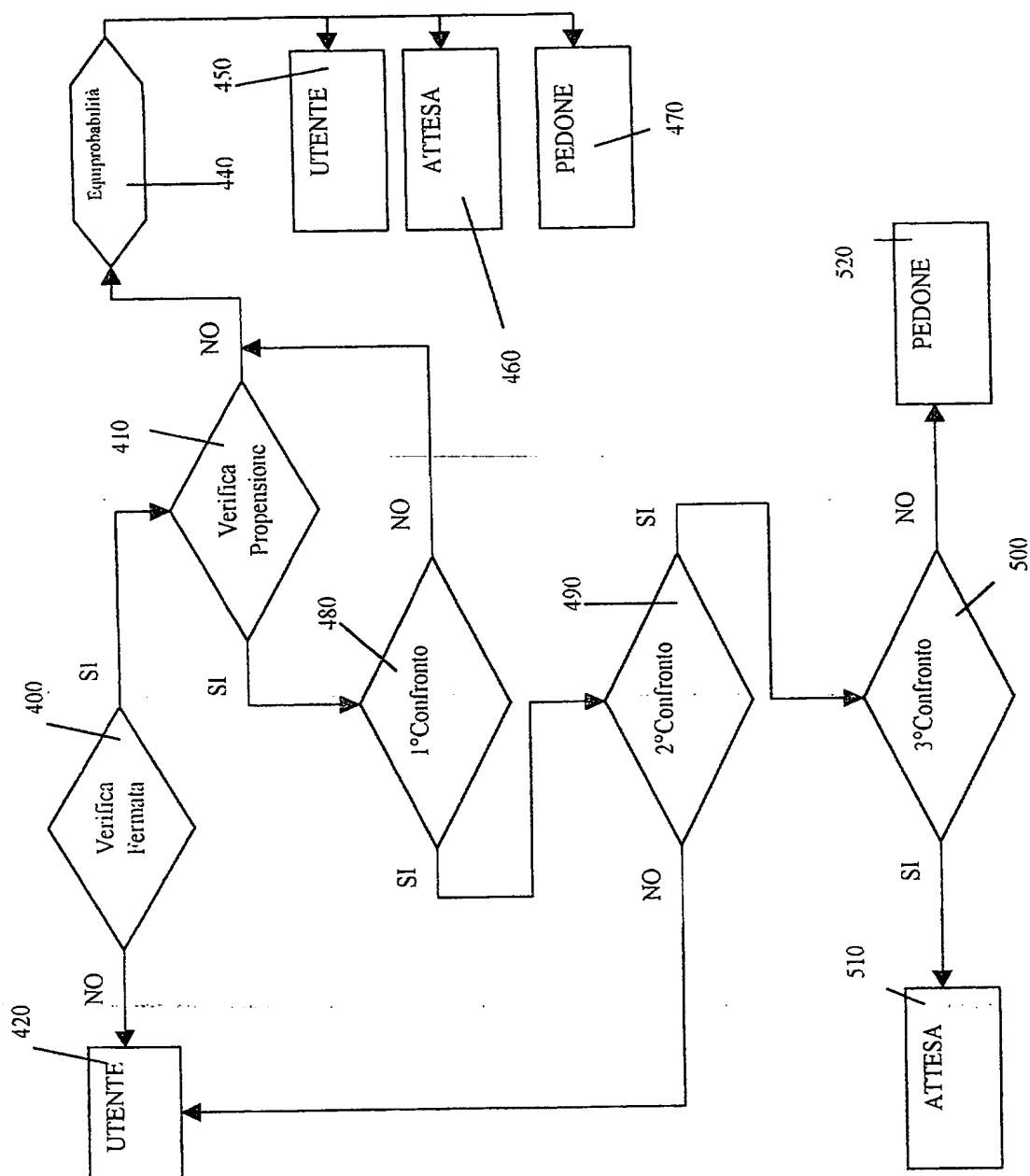


Fig. 3

4 / 5

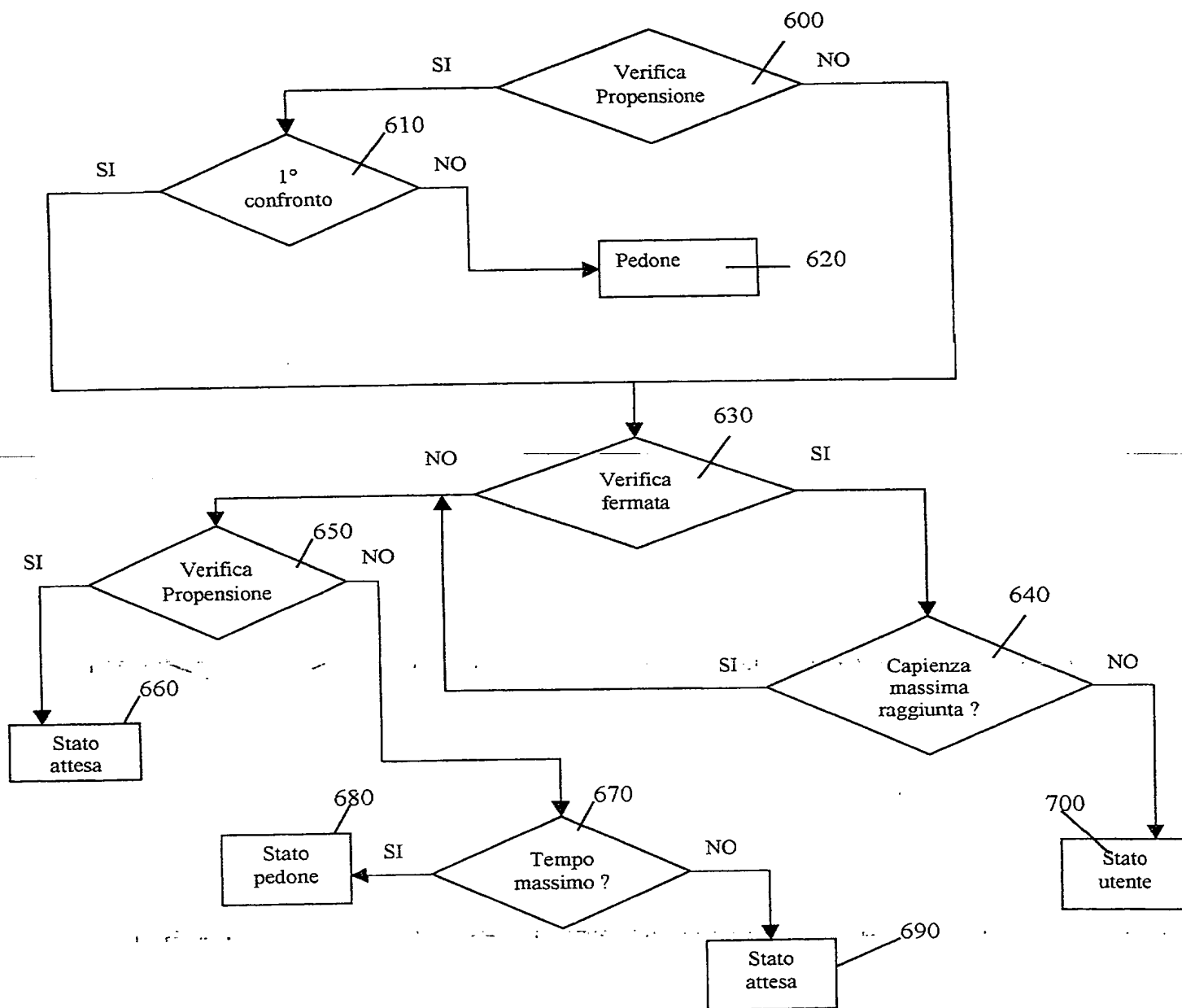


Fig. 4

5 / 5

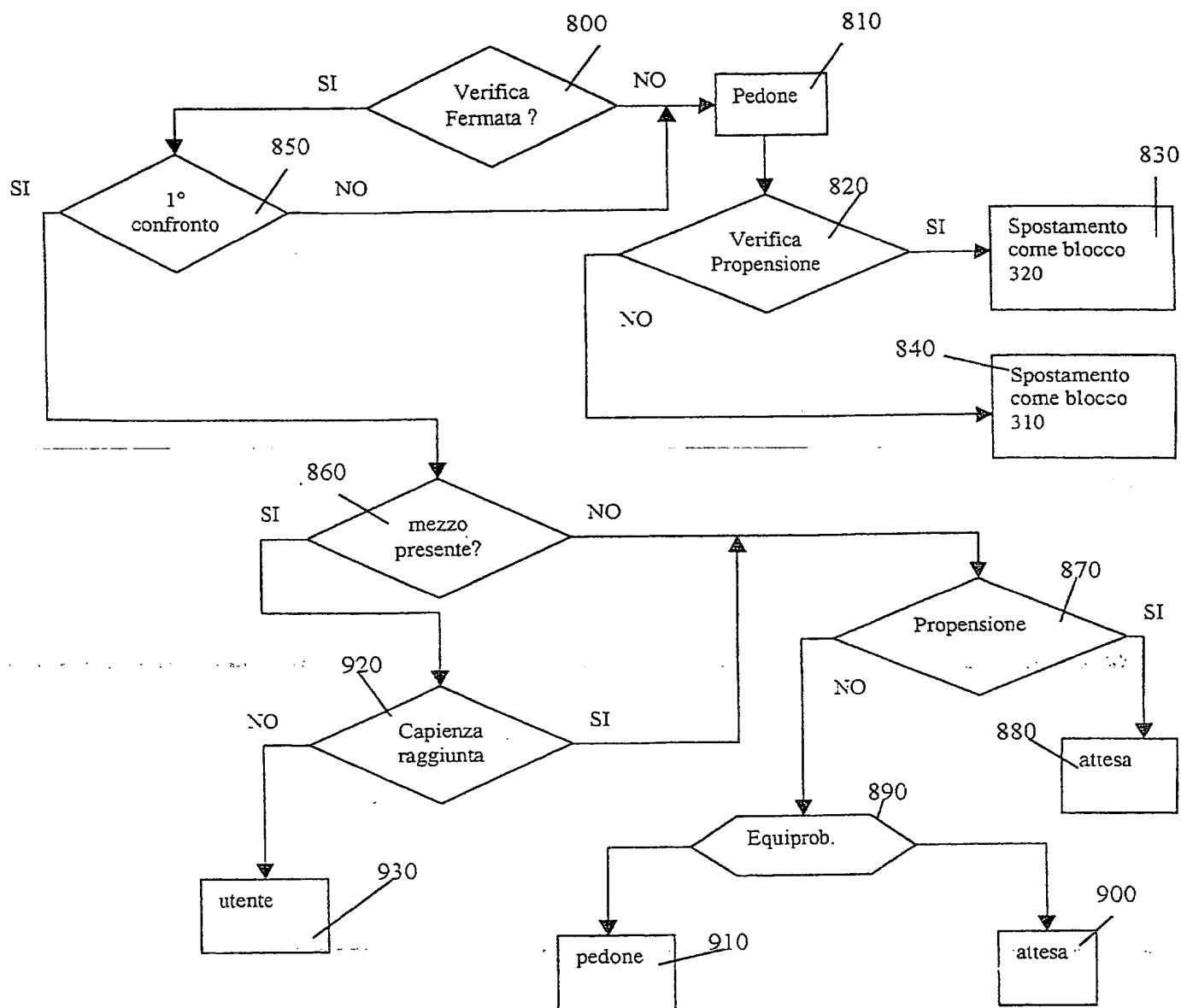


Fig. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)